

Cobre Panamá

Informe Semestral de Restauración Ecológica en el Proyecto Mina de Cobre Panamá

Periodo de abril a septiembre de 2024

Fecha de Emisión	Revisión	Descripción	Elaborado por:		Revisado y Aprobado por:	
28/10/2024	0	Informe Técnico	Christel Ramos **Botánico de Medio Ambiente**		Blanca Araúz **Superintendente de Medio Ambiente**	

ÍNDICE GENERAL

1. INTRODUCCIÓN 5
2. OBJETIVOS 6
3. MATERIALES Y MÉTODOS 6
3.1. Establecimiento de parcelas de restauración ecológica 6
3.1.1 Parcela Km 18+500 Camino Costero (Código B-PRE-003) 6
3.1.2 Parcela Poza 5 Sitio Puerto (Código B-PRE-007) 7
3.1.3 Parcela Camino de Tuberías Km 4+100 (Código B-PRE-040) 7
3.2. Monitoreo de parcelas de restauración ecológica 9
3.2.1 Parcela Km 18+500 (Código B-PRE-003) 9
3.2.2 Parcela Poza 5 Sitio Puerto (Código B-PRE-007) 10
3.2.3 Parcela Camino de Tuberías Km 4+100 (Código B-PRE-040) 11
3.3. Mantenimiento de parcelas de restauración ecológica 11
3.4 Ensayos de restauración ecológica 12
3.4.1 Prueba de revegetación y aplicación de acolchado en DARE, zona suroeste, Tajo Botija (B-PRE-045) 12
3.5. Registro de la Información y Análisis de datos 14
Parcelas de restauración ecológica: 14
Parcelas de restauración con vegetación arbórea 14
Evaluación de fauna silvestre 14
Parcelas experimentales 15
Evaluación de especies nativas 15
4. RESULTADOS 16
4.1 Monitoreo de parcelas de restauración ecológica 16
4.1.1 Parcela Km 18 + 500 (Código B-PRE-003) 16
4.1.2 Parcela Poza 5 Sitio Puerto (Código B-PRE-007) 18
4.1.3 Parcela Camino de Tuberías Km 4+100 (Código B-PRE-040) 20
4.2 Prueba de revegetación y aplicación de acolchado en DARE, zona suroeste, Tajo Botija (B-PRE-045) 23
4.3 Evaluación de especies nativas 25
5. CONCLUSIONES 27
6. BIBLIOGRAFÍA 28
7. ANEXOS 31

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 01. Diagrama de disposición de siembra de plantones en la parcela Km 4+100 Camino de Tuberías (B-PRE-040). A. Disposición de siembra de plantones siguiendo una línea de siembra vertical. B. Disposición de siembra de plantones aplicada en la parcela. 9

Figura 02. Localización de cámaras trampa en Parcela de restauración Km 18+500, Camino Costero. 10

Figura 03. Mapa de ubicación de ensayo de revegetación y acolchado en parcelas experimentales de DARE, zona suroeste del tajo de Botija. 13

Figura 04. Registros fotográficos de fauna silvestre obtenidos mediante cámaras trampa en la parcela de restauración Km 18+500 Camino Costero. 17

Figura 05. Vista parcial de la vegetación en la parcela poza 5, sitio Puerto. 19

Figura 06. Árboles de balso (A) y guabito (B) en floración y fructificación registradas durante monitoreo de vegetación en parcela poza 5, sitio Puerto (B-PRE-007). 19

Figura 07. Epífitas observadas en troncos de árboles monitoreados en parcela poza 5, sitio Puerto (B-PRE-007). 20

Figura 08. Vista parcial de la parcela Km 4+100 Camino de tuberías (B-PRE-040). 20

Figura 09. Sobrevivencia y mortalidad de individuos registrados en realizados en parcela camino de tuberías Km 4+100. 21

Figura 10. Especies sembradas más abundantes en la parcela Km 4+100 Camino de Tuberías: A) *Piper aduncum*, B) *Inga thibaudiana*, C) *Inga oerstediana* y D) *Carapa guianensis*. 21

Figura 11. Número de individuos sobrevivientes contabilizados durante monitoreos de 2023 y 2024. En el gráfico se muestra el total de plantas contabilizadas por monitoreo realizado. (P21=plantas sembradas en 2021, P22=plantas sembradas en 2022, P23=plantas sembradas en 2023. P24=plantas sembradas en 2024. R21=plantas de regeneración registradas en 2021, R22=plantas de regeneración registradas en 2022, R23=plantas de regeneración registradas en 2023, R24=plantas de regeneración registradas en 2024.) 22

Figura 12. Especies de fauna silvestre observadas durante monitoreo de vegetación en parcela Camino de Tuberías Km 4+100. A) *Cebus capucinus*, B) *Melanerpes pucherani*, C)*Thalurania colombica* y D)*Thraupis palmarum*. 23

Figura 13. Comparación de variables de crecimiento de especies en ensayo de acolchado y revegetación con *Renealmia*. Valores promedio de altura y ancho de copa en A) monitoreo de 2023, y B) monitoreo de 2024. Valores promedio de diámetro de cuello de raíz (DCR) de C) monitoreo 2023 y D) monitoreo de 2024. Códigos de especies: Inga sp.(Ingsp), *Muntingia calabura* (muncal), *Renealmia* sp. (rensp) y *Piper aduncum* (pipadu). 24

Figura 14. Crecimiento de *Renealmia concinna* en ensayo de acolchado. A) siembra inicial y B) monitoreo anual. 25

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 01. Cámaras trampa instaladas en Parcela de restauración Km 18+500 Camino Costero. 10

Tabla 02. Evaluación anual de especies nativas en Parcela Km 4+100 Camino de Tuberías ...26

1. INTRODUCCIÓN

La restauración ecológica es una actividad deliberada que inicia o acelera la recuperación de un ecosistema con respecto a su salud, integridad y sostenibilidad. Las intervenciones que se emplean en la restauración varían mucho de un proyecto a otro, dependiendo de la extensión y la duración de las perturbaciones pasadas, de las condiciones culturales que han transformado el paisaje y de las oportunidades y limitaciones actuales. La meta final del proceso es garantizar que las funciones y los procesos ecológicos sean similares al ecosistema original a través del tiempo (SER, 2004).

El éxito de la restauración de un bosque tropical se mide en la recuperación de la biodiversidad, la biomasa y la productividad primaria, la materia orgánica del suelo, la capacidad de almacenamiento del agua y el regreso de las especies raras que son claves para reestablecer la estructura y las funciones del ecosistema (Elliott, Blakesley y Hardwick, 2013).

El proceso de restauración ecológica suele ser muy dinámico e involucra adquirir información necesaria para la toma de decisión y el mejoramiento de metodologías aplicadas en las parcelas experimentales para desarrollar modelos de restauración. Por esta razón es fundamental realizar seguimientos de las especies plantadas en el sitio, que permitan evaluar su desarrollo y evolución en respuesta de las condiciones climáticas y la composición del suelo que se presentan en el lugar, con el fin de garantizar que las funciones y los procesos ecológicos sean similares al ecosistema original a través del tiempo.

Minera Panamá S.A. incluye dentro de sus compromisos ambientales la restauración de áreas dentro de la huella del Proyecto, la cual será ejecutada gradualmente durante el periodo de vida activa de la mina, cierre y post cierre, a medida que se culmine el trabajo del proyecto en áreas específicas.

2. OBJETIVOS

- Cumplir con los compromisos establecidos en el EsIA Cat. III, que aseguren el éxito de la restauración del Proyecto Mina de Cobre Panamá.
- Implementar el monitoreo (mortalidad, crecimiento y otros indicadores de las especies) de las parcelas establecidas.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Establecimiento de parcelas de restauración ecológica

3.1.1 Parcela Km 18+500 Camino Costero (Código B-PRE-003)

En el año 2015 fue realizada la siembra de plantones, posterior a la hidrosiembra con *Brachiaria decumbens.* El suelo de la parcela está compuesto de arcilla roja con rocas, y cuenta con barreras de contención y canales de desagüe para evitar la erosión del suelo.

La vegetación remanente que se encuentra detrás de la parcela comprende especies heliófitas como *Ochroma pyramidale*, *Cecropia* sp., *Croton billbergianus*, *Isertia haeckeana*, *Isertia laevis, Piper aduncum, Piper auritum*, *Vismia macrocarpa,* entre otras. La especies herbáceas y rastreras regeneradas registradas en la parcela comprenden *Lycopodiella cernua, Cyperus luzulae, Ludwigia octovalvis* y el helecho *Pityrogramma calomelanos,* entre otras.

Las especies sembradas en esta parcela comprenden especies pioneras (de crecimiento rápido y tolerantes al sol), y también especies de arbustos del sotobosque y árboles (de crecimiento lento). La metodología de siembra consistió en disponer una línea de siembra perpendicular a la parcela, con un distanciamiento de dos (2) metros. En septiembre de 2019 fue realizada una segunda plantación de especies nativas provenientes del vivero, donde se sembraron plantones en el espacio entre cada línea de siembra de los que fueron plantados en 2015. Estas plantas fueron sembradas sin llevar un orden ni distanciamiento específico.

En esta parcela se insertaron diez (10) especies de interés (EdI) del proyecto, entre hierbas, árboles y arbustos tales como: *Synechanthus dasystachys*, *Zamia skinneri, Cassipourea undulata, Posoqueria laevis, Trichodrymonia peltatifolia, Eugenia arrhaphocalyx, Calathea gordonii, Mabea tenorioi* y *Palicourea roseocremea*.

3.1.2 Parcela Poza 5 Sitio Puerto (Código B-PRE-007)

En el año 2019 se inició la rehabilitación de la cobertura vegetal en el área conocida como poza 5, localizada en Punta Rincón. Inicialmente se realizó un recorrido de campo en el polígono de 0.36 hectáreas. Esta parcela colinda al sureste con un fragmento de vegetación secundaria de 1.17 hectáreas y al suroeste con un fragmento de vegetación boscosa de 3.93 hectáreas, el cual colinda a su vez con la parcela de restauración Poza 4 (B-PRE-008). En la vegetación secundaria se identificaron individuos de *Cecropia* sp., *Vismia* sp., *Bellucia pentamera*, *Terminalia amazonia*, *Ochroma pyramidal*e, *Scleria* sp., *Piper* sp., *Lycopodium* sp. Entre las malezas más abundantes, se identificaron *Cyperus* sp. y Brachiaria decumbens (pasto mejorado).

Para la preparación del suelo previo a la siembra, se realizó limpieza del terreno con desbrozadora. Al cabo de 15 días se procedió a tomar mediciones de acidez y alcalinidad del suelo arcilloso de manera aleatoria en toda el área a sembrar. Se obtuvieron valores de pH de en un rango de 5.80 a 6.20. Como enmienda al suelo, se adicionó hidróxido de calcio a razón de 25 kg por 400 m^2, con el fin de corregir la acidez y la aportación de iones de calcio necesarios para la posterior asimilación de compuestos nitrogenados como urea. Después de haberse realizado el encalado, una semana después se realizaron pruebas con diversos fertilizantes tales como leonardita líquida, leonardita granulada, alga marina y carbón activado.

En cuanto a la siembra de los plantones se estableció el criterio de mejor vigor y la sanidad de los mismos. Semanas antes de la siembra los plantones fueron fertilizados con abono foliar y nitrógeno líquido a razón de 2 ml por plántula. En cuanto a la densidad de siembra, se sembraron 8 plantones por cada 25 m^2 de terreno. Debido a la poca precipitación y condiciones de sequedad del terreno durante la siembra, se regaron manualmente los plantones en horas de la mañana para evitar la deshidratación de los mismos.

3.1.3 Parcela Camino de Tuberías Km 4+100 (Código B-PRE-040)

Esta parcela de restauración se encuentra ubicada a orilla del Camino de Tuberías (Pipeline Road) en el Km 4+100, entre los 08°52´41.2” Norte y los 80°38´26.2” Oeste; la cual mide

aproximadamente 2,347 m^2, con una inclinación del terreno aproximada de 20 grados. Esta comprende cuatro barreras de contención contra la erosión que van dispuestas paralelas a la vía, hasta la parte más baja próximo al bosque, en donde el terreno es más plano.

El suelo de la parcela está compuesto mayormente por material arcilloso de color rojo y la vegetación que bordea esta parcela está compuesta mayormente por especies pioneras; es decir, de rápido crecimiento, tales como *Cecropia* sp. (Guarumo), *Ochroma pyramidale* (Balso), *Piper auritum*, *Vismia macrophylla* (Pinta mozo) y *Solanum* sp., además de especies de sombra como *Inga* sp. (guabo), *Psychotria allenii*, *Aphelandra* sp. y *Ardisia* sp., helechos como *Alsophyla* sp., palmas como la *Socratea exorrhiza* (Jira) y *Astrocaryum alatum*, *Heliconia* sp. y *Calathea nodosa*, además de plantas cultivadas de *Musa* sp. (esta especie fue cultivada anteriormente por una comunidad establecida previo al proyecto minero).

El terreno fue estabilizado con barreras de contención y hidrosembrado con la hierba, *Brachiaria decumbens*, primera medida de mitigación para evitar la erosión del terreno. Dos semanas después de la hidrosiembra, fueron tomadas medidas de pH en 10 puntos diferentes del área, para determinar el grado de acidez del suelo y así evaluar la aplicación de cal (Hidróxido y Carbonato de Calcio). Posteriormente fue aplicada la cal. El pH inicial promedio fue de 6.17 con un rango de 4.4 a 6.8. El pH final promedio fue de 6.66 y osciló de 5.8 a 7.1. La cal tiene la función de elevar el pH del suelo para que las plantas pueda absorber con más facilidad los nutrientes a través de las raíces.

La siembra fue realizada siguiendo una distribución en línea recta paralela a la carretera (Figura 01), con las plantas distribuidas al azar en cada línea e intercaladas entre líneas, de manera que fueron mezcladas diferentes especies de árboles, arbustos, helechos, palmas y diferentes hierbas. La distancia de siembra entre cada planta fue de 1.5 metros. Para la siembra inicial fueron utilizadas plantas provenientes del vivero de Valle Grande y plantas extraídas directamente de la vegetación circundante a la parcela. Estas plantas se colectaron de la vegetación con la mayor cantidad de sustrato posible para reducir el estrés a la planta. Posteriormente, se han ido sembrando plantones provenientes del vivero, utilizando sustrato de compost de tierra negra y de gallinaza. Las especies sembradas son plantas pioneras, pero también se incluyó especies de sombra, que han resultado tener buen rendimiento en la rehabilitación de parcelas dentro del sitio mina.

La parcela recibe mantenimiento periódico de 3 a 4 meses, donde es removida la hierba alrededor de la planta y son fertilizadas, utilizando el abono completo 12-24-12 (NPK), con sustrato estimulantes de micorrizas (micorrizol), abono foliar y fertilizante orgánico a base de bacterias (Biobacter).

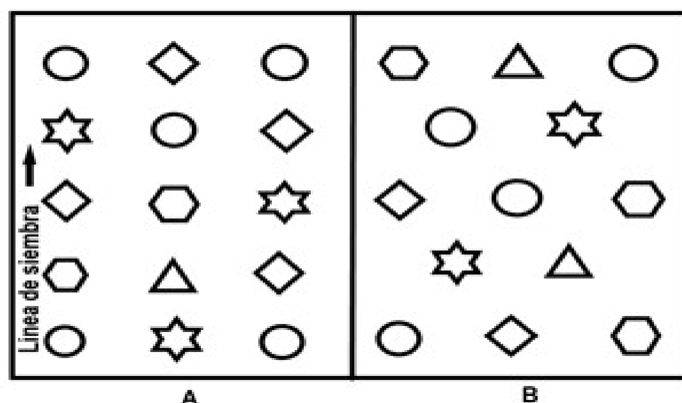


Figura 01. Diagrama de disposición de siembra de plantones en la parcela Km 4+100 Camino de Tuberías (B-PRE-040). A. Disposición de siembra de plantones siguiendo una línea de siembra vertical. B. Disposición de siembra de plantones aplicada en la parcela.

3.2. Monitoreo de parcelas de restauración ecológica

Durante el periodo de abril a septiembre de 2024 se realizó el monitoreo de fauna silvestre en la parcela Km 18+500 (B-PRE-003) y se realizaron monitoreos de vegetación en la parcela del Km 4+100 Camino de tuberías (B-PRE-040) y en la parcela poza 5 de sitio Puerto (B-PRE-007).

3.2.1 Parcela Km 18+500 (Código B-PRE-003)

Durante las visitas realizadas en la parcela Km 18+500, se registraron las especies de fauna silvestre observadas directamente. Cuando fue posible, se tomaron registros fotográficos con una cámara Canon PowerShot SX70 HS.

Tabla 01. Cámaras trampa instaladas en Parcela de restauración Km 18+500 Camino Costero.

Cámara Trampa	CT1	CT2	CT3	CT4	CT5	CT6
COO E	538110	538088	538092	538109	538119	538117
COO N	984323	984314	984315	984285	984297	984259
Foto						

En febrero del presente año se instalaron 6 cámaras trampa (Tabla 01, Figura 02), con el fin de registrar la fauna que frecuenta esta parcela. Estas cámaras trampa fueron colocadas donde se observaron rastros, huellas de animales y/o árboles en proceso de fructificación. La revisión de cámaras (obtención de registros fotográficos y cambio de baterías) se realiza mensualmente. Cabe señalar que, para este periodo, se cambió de sitio la cámara CT5 hacia el noroeste de la parcela, próxima a la cámara CT2.



Figura 02. Localización de cámaras trampa en Parcela de restauración Km 18+500, Camino Costero.

3.2.2 Parcela Poza 5 Sitio Puerto (Código B-PRE-007)

En este informe se incluye el primer monitoreo de la vegetación establecida en esta parcela desde la siembra inicial realizada en 2019, con el fin de obtener información de la composición, estructura arbórea, y datos de la diversidad vegetal. El inventario forestal consistió en medir todos los árboles con DAP igual o mayor de 10 cm utilizando cinta diamétrica. Se utilizó un hipsómetro (Nikon Forestry Pro II) para medir la altura de los árboles en metros. Se tomaron coordenadas

de cada árbol monitoreado con GPS Garmin 66sr, para cartografiar la distribución de los árboles establecidos en la parcela.

Para obtener información sobre las especies vegetales presentes en la parcela, se anotaron las epífitas observadas, se tomaron además registros fotográficos tanto de las epífitas como de los troncos de cada árbol monitoreado. Posteriormente se procedió a recorrer toda la parcela para identificar aquellas plantas que no fueron registradas en el inventario forestal; es decir: hierbas, arbustos, lianas y árboles menores de 10 cm de DAP.

3.2.3 Parcela Camino de Tuberías Km 4+100 (Código B-PRE-040)

Dentro de la parcela se encuentran establecidos dos cuadrantes de muestreo de 20x20 metros (1,600 m^2), cada uno de los cuales están subdivididos en 16 subcuadrantes de 5x5 metros. Estos cuadrantes de monitoreo representan el 68% de la parcela establecida. Desde que se realizó el levantamiento de la información en 2021 de las plantas sembradas en la parcela (mapeo y medida de la altura, diámetro de cuello de raíz y ancho de copa), se ha continuado con el seguimiento del proceso de rehabilitación en el área, mediante la evaluación del crecimiento y la sobrevivencia de las plantas sembradas, el registro de plantas de regeneración natural, y el registro de la fauna silvestre observado durante los monitoreos de vegetación. Para este periodo, se realizó el monitoreo en los cuadrantes y adicional se contabilizaron las plantas que se encuentran fuera de los cuadrantes de monitoreo, para obtener el total de especies e individuos plantados en la parcela Camino de Tuberías Km 4+100.

3.3. Mantenimiento de parcelas de restauración ecológica

Durante el periodo de abril a septiembre de 2024, se realizó mantenimiento en las parcelas Camino de tuberías Km 4+100 (B-PRE-040) y en la parcela Poza 4 de sitio Puerto (B-PRE-008). El mantenimiento consistió en limpiar el remanente de hierba de la hidrosiembra alrededor de los plantones, además de la aplicación a los plantones de fertilizante químico granulado (12-24-12), y fertilizante orgánico a base de ácido húmico y fúlvico. Las plantas fueron fumigadas contra patógenos con fungicida e insecticidas.

Cabe señalar que en la parcela Camino de tuberías Km 4+100 (B-PRE-040), se realizaron trabajos de canalización con el objetivo de mejorar el drenaje del suelo, previo a la resiembra de plantones.

3.4 Ensayos de restauración ecológica

Hasta la actualidad se han desarrollado diversas técnicas y estrategias con el fin de restablecer características específicas o generales de patrones o procesos de ecosistemas afectados que logren la recuperación de los mismos (Castelli *et al*., 2015). Durante este periodo se realizó el monitoreo del ensayo de revegetación y aplicación de acolchado (mulching) en la parcela experimental ubicado en DARE del Tajo Botija (B-PRE-045).

3.4.1 Prueba de revegetación y aplicación de acolchado en DARE, zona suroeste, Tajo Botija (B-PRE-045)

Este ensayo de restauración se implementó en el nivel 195 del DARE del Tajo Botija con los siguientes objetivos: a) determinar sobrevivencia y crecimiento de cada especie sembrada; d) Determinar el potencial de *Renealmia concinna* para revegetar la saprolita; y c) determinar la duración del acolchado (mulching) en las plantas sembradas.

Renealmia es el único género nativo de Zingiberaceae en Mesoamérica, con un total de 75 especies en América tropical. En este ensayo se incluyó la especie *Renealmia concinna*, la cual se encuentra en bosques maduros, desde 100 a 1400 metros de elevación (Flora Mesoamericana, 2024). Esta especie forma parte del ecosistema de referencia del proyecto Cobre Panamá (Missouri Botanical Garden, 2018).

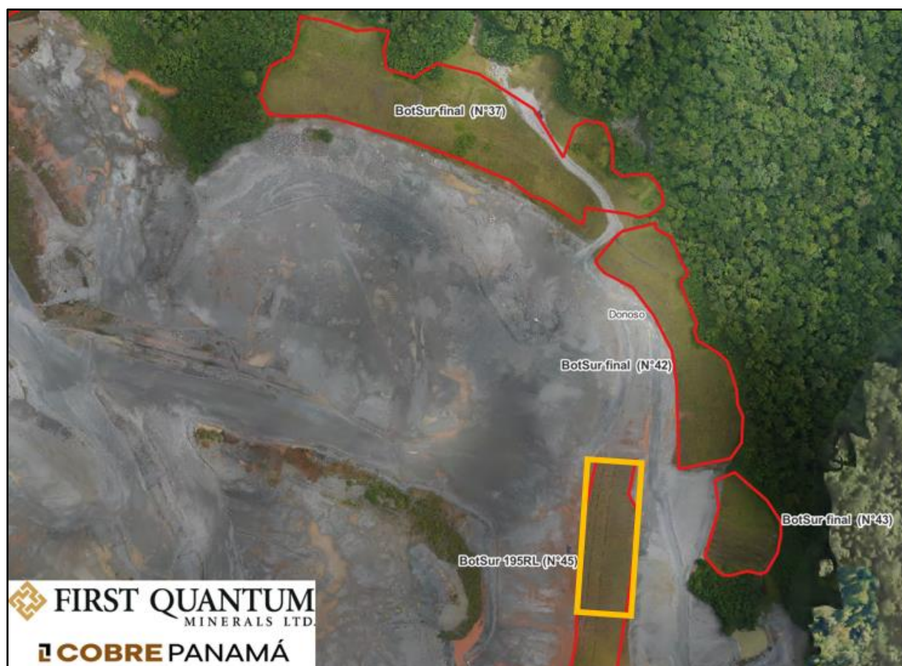


Figura 03. Mapa de ubicación de ensayo de revegetación y acolchado en parcelas experimentales de DARE, zona suroeste del tajo de Botija.

Como enmienda al suelo, se aplicó sustrato con leonardita granulada cuya preparación es rápida a comparación del sustrato preparado con gallinaza. A cada planta sembrada se le colocaron 3 pastillas fertilizantes de liberación lenta (Agriform 20-10-5), a excepción de las plantas de guabo, a las que se les colocó 2 pastillas. Al culminar la siembra de los plantones, se colocó aserrín como método de acolchado (mulching) en la base de los plantones, para protegerlos de la desecación.

Al culminar el monitoreo, se procedió con el mantenimiento el cual consistió en limpiar el remanente de hierba producto de la hidrosiembra alrededor de los plantones, además de la aplicación a los plantones de fertilizante químico granulado (12-24-12), y fertilizante orgánico a base de ácido húmico y fúlvico. Las plantas fueron fumigadas contra patógenos con fungicida e insecticidas.

3.5. Registro de la Información y Análisis de datos

Parcelas de restauración ecológica:

Se registró la mortalidad de plantones e información de crecimiento de las especies de plantas en las parcelas de restauración y de las parcelas experimentales en la base de datos para su posterior análisis.

Se calculó el porcentaje de supervivencia de las plantas de cada parcela monitoreada como también por especie. El análisis de la sobrevivencia y mortalidad de cada especie nos permite identificar especies que pueden ser más aptas para ser utilizadas en las etapas tempranas de la restauración, como también identificar aquellas especies que requieran la implementación de técnicas adicionales para mejorar su desarrollo desde la etapa de germinación y mantenimiento de plantones en el vivero, y posteriormente en las parcelas de restauración.

Parcelas de restauración con vegetación arbórea

Para evaluar la vegetación de las parcelas de restauración monitoreadas, se consideraron los siguientes parámetros:

- **Riqueza específica:** Se contabilizaron las **especies** (tanto arbóreas como aquellas de regeneración natural) en cada parcela.
- **Densidad:** La densidad (D) es el número de individuos (N) en un área (A) determinada: D = N/A y se estima a partir del conteo del número de individuos en un área dada.
- **Área Basal (AB):** superficie de una sección transversal del tallo o tronco del individuo a determinada altura del suelo; se expresa en cm o m^2 de material vegetal por unidad de superficie de terreno. El área basal se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$AB = \frac{\pi}{4} \text{ x } (DAP)^2$$

- **Altura promedio**: la altura es uno de los principales parámetros que se miden en un tipo de cobertura de vegetación o de una especie, el cual puede medirse de manera cualitativa o cuantitativa. Para el presente estudio, se consideró la altura promedio de todos los arbustos o árboles presentes en las parcelas.

Evaluación de fauna silvestre

Se contabilizaron los registros fotográficos y las especies de fauna registradas por cada cámara trampa instalada en la parcela Km 18 de Camino Costero (B-PRE-003). Se incluyeron especies

de fauna silvestre por observación directa. De la lista obtenida, se revisó el estado de conservación mediante la lista de especies amenazadas del Ministerio de Ambiente (2016) y la Lista Roja de la UICN.

En la parcela Km 4+100 Camino de Tuberías (B-PRE-040) se contabilizaron las especies de fauna silvestres registradas mediante observaciones directas.

Parcelas experimentales

Para evaluar el ensayo de revegetación y acolchado, se realizó el monitoreo de las plantas sembradas crecimiento de diámetro de cuello de raíz (mm), crecimiento en altura (cm) y diámetro de copa (cm), se estimó el porcentaje de supervivencia. Se obtuvieron los valores promedio de cada especie identificada.

Evaluación de especies nativas

El desempeño de las especies sembradas en parcelas se evaluó tomando en cuenta los siguientes datos de supervivencia, crecimiento de diámetro de cuello de raíz (mm) y crecimiento en altura (cm). Para evaluar el desempeño de las especies de plantas seleccionadas para la siembra en parcelas de restauración, se clasificaron en tres categorías según Elliott, Blakesley y Hardwick (2013):

- **Categoría 1:** las plantas que quedaron por debajo de la mayoría o de todos los estándares mínimos aceptables fueron consideradas como *especies no aceptables*. Estas especies no se descartarán del proyecto de restauración, pero se les dará un seguimiento más riguroso para lograr mejorar su rendimiento en las parcelas de restauración.
- **Categoría 2:** las plantas que excedieron algunos de los estándares mínimos aceptables, pero quedaron por debajo de otros, o quedaron por debajo de varios estándares por un margen pequeño, fueron consideradas *como especies marginales*. Estas especies se someterán a investigación para mejorar su rendimiento.
- **Categoría 3:** Las plantas que excedieron en gran proporción a la mayoría de todos los estándares mínimos fueron consideradas como *especies aceptables* y, por ende; adecuadas para utilizar en futuras plantaciones.

Los estándares aceptables para las plantas son: presentar una tasa de sobrevivencia de más del 50%, y que tanto la altura como el ancho de copa hayan excedido más del doble de su tamaño anterior luego de 12 meses de haberse plantado.

4. RESULTADOS

4.1 Monitoreo de parcelas de restauración ecológica

4.1.1 Parcela Km 18 + 500 (Código B-PRE-003)

Desde abril hasta agosto del presente año, se obtuvieron 361 registros fotográficos mediante cámaras trampa, registrándose 6 especies de mamíferos y 2 especies de aves. Incluyendo los registros mediante observaciones directas para este periodo, se han registrado en total 19 especies: 1 anfibio, 9 de aves, 7 de mamíferos y 2 de reptiles. La mayor cantidad de registros fotográficos se obtuvieron en las cámaras CT1, ubicada próxima al paso de fauna; y la cámara CT6, la cual se encuentra próxima al borde del bosque.

De los registros fotográficos obtenidos mediante cámaras trampa, el 49% corresponde al horario vespertino (de 12 p.m. a 5:59 p.m.), el 33% corresponde horario matutino (6 a 11:59 a.m.) y el 18 % al horario nocturno (6 p.m. - 6 a.m.).

De los registros obtenidos mediante cámaras trampa, *Crax rubra* (43%) y *Dasyprocta punctata* (31%) presentaron mayor cantidad de registros, seguido del *Cuniculus paca* con 12% y *Pecari tajacu* con 11% (figura 04).

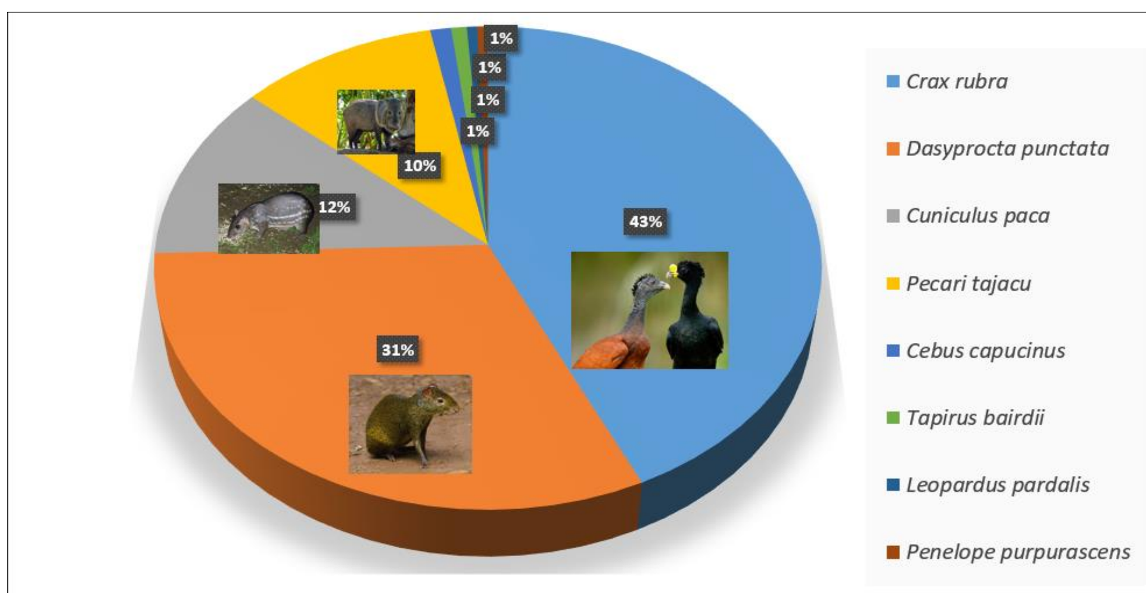


Figura 04. Registros fotográficos de fauna silvestre obtenidos mediante cámaras trampa en la parcela de restauración Km 18+500 Camino Costero.

En cuanto a las observaciones directas, se registraron la rana arborícola enmascarada (*Smilisca phaeota*), el tucancillo collarejo o pichilingo (*Pteroglossus torquatus*) y el mono cariblanco (*Cebus capucinus*).

De las 19 especies de fauna registradas en la parcela Km 18+500, se han identificado seis (6) especies con estados de conservación (anexo 7.2). Según la lista de especies amenazadas del Ministerio de Ambiente (2016), tres (3) especies (*Crax rubra*, *Trogon clathratus* y *Tapirus bairdii*) son consideradas en peligro (EN) y tres (3) especies de mamíferos (*Cuniculus paca*, *Leopardus pardalis y Pecari tajacu*) son consideradas vulnerables (VU). Según la Lista Roja de la UICN, *Crax rubra* es considerada una especie vulnerable (VU) y *Tapirus bairdii* en peligro (EN).

En cuanto a la ecología de las especies de aves registradas, *Crax rubra* es rara a poco común, mientras *Penelope purpurascens* es rara cerca de zonas pobladas. Ambas especies son comunes en zonas protegidas y en regiones remotas; las cuales normalmente se mueven en parejas, ocasionalmente en pequeños grupos (Angehr y Dean, 2010).

En cuanto a los mamíferos registrados, el conejo pintado (*Cuniculus paca*) es una de las especies de roedores más grandes del Neotrópico, es un dispersor de semillas de plantas con frutos grandes y una presa importante para los grandes depredadores y las comunidades humanas, pero está sometida a una fuerte presión cinegética en gran parte de su área de distribución. Esta especie prefiere zonas con mayor cobertura vegetal, así como lugares cercanos a fuentes de

agua, según un estudio realizado en un bosque tropical subcaducifolio del sureste de México (García-Casimiro y Santos-Moreno, 2023).

Aunque el macho de monte (*Tapirus bairdii)* es una especie indicadora que requiere grandes extensiones de bosque contiguo (Meyer *et al*., 2015) y es sensible a las alteraciones del hábitat (Meyer *et al*., 2020), fue registrado en dos cámaras trampa de la parcela de restauración Km 18+500 de Camino Costero. *Tapirus bairdii* prefiere áreas naturales abiertas cercanas a ríos donde la alta penetración de luz y la disponibilidad de agua aseguren una reserva constante de fuentes de alimento (García 2006; Naranjo 2009).

Tanto el ocelote como el pecarí de collar son consideradas especies tolerantes a las alteraciones del hábitat (Meyer *et al*., 2020). Sin embargo, se obtuvieron mayor cantidad de registros del pecarí de collar, de dieta frugívora y omnívora (Meyer *et al*., 2015).

4.1.2 Parcela Poza 5 Sitio Puerto (Código B-PRE-007)

En este informe se presentan los resultados del primer monitoreo de vegetación realizado en julio de 2024, desde el establecimiento de esta parcela en 2019. Se contabilizaron 85 individuos arbóreos (DAP ≥ 10 cm) distribuidos en 6 especies. Con respecto a las características estructurales de la vegetación, se obtuvo una densidad arbórea de 0.024 ind/m^2, un área basal de 2.32 m^2/ha y altura promedio de 7.8 metros. En la parcela se observó una considerable producción de hojarasca, los estratos herbáceo y arbustivo en desarrollo, y mayor cobertura en el estrato arbóreo inferior.



Figura 05. Vista parcial de la vegetación en la parcela poza 5, sitio Puerto.

De las especies identificadas, tres (3) pertenecen a la familia Fabaceae. Las especies más abundantes fueron balso *(Ochroma pyramidale*) con 41 individuos y guabo (*Inga thibaudiana*) con 24 individuos, representando el 76.5% de los árboles contabilizados. El balso presentó mayor altura promedio y área basal. Durante el monitoreo se observaron 44 árboles en proceso de floración y/o fructificación.





Figura 06. Árboles de balso (A) y guabito (B) en floración y fructificación registradas durante monitoreo de vegetación en parcela poza 5, sitio Puerto (B-PRE-007).

Se identificaron 22 familias y 25 especies de regeneración natural, de las cuales las familias Melastomataceae y Piperaceae presentaron la mayor cantidad de especies (3). Solo se observaron individuos de regeneración natural del guabito (*Inga thibaudiana)*, una de las

especies arbóreas identificadas. En total se han contabilizado 30 especies de plantas en la parcela poza 5, sitio Puerto.

Durante el monitoreo de la vegetación, se observaron troncos de los árboles recubiertos mayormente de musgos, ocasionalmente se observaron líquenes y una especie de helecho.



Figura 07. Epífitas observadas en troncos de árboles monitoreados en parcela poza 5, sitio Puerto (B-PRE-007).

4.1.3 Parcela Camino de Tuberías Km 4+100 (Código B-PRE-040)

En este informe se presentan los resultados del monitoreo N°5, realizado del 3 al 4 de septiembre de 2024. Para el monitoreo, realizado en septiembre de 2024, se registró un total de 162 plantas, distribuidas en 22 especies nativas (14 pioneras y 8 de sombra), con una sobrevivencia del 72%.



Figura 08. Vista parcial de la parcela Km 4+100 Camino de tuberías (B-PRE-040).

De las 162 plantas monitoreadas, el 81% proviene del vivero de Valle Grande, el 11% son de regeneración natural y el restante (8%) es proveniente de la vegetación circundante, ya que fueron introducidas por siembra directa (figura 09).

Figura 09. Sobrevivencia y mortalidad de individuos registrados en realizados en parcela camino de tuberías Km 4+100.

Cuatro (4) especies representan el 74% de las plantas monitoreadas: hinojo (*Piper aduncum)* con un 30%, guabito (*Inga thibaudiana)* con un 16%, bateo (*Carapa guianensis)* con un 15% y guabo de bejuco (*Inga oerstediana)* con un 13% (figura 10).

Cabe destacar que, durante este monitoreo, individuos de las especies *Muntingia calabura*, *Cecropia* sp. y *Piper aduncum* se encontraron en etapa de floración, como también algunos individuos de las especies de guaba (*Inga thibaudiana* e *Inga spectabilis*) se encontraron en estado de fructificación.



Figura 10. Especies sembradas más abundantes en la parcela Km 4+100 Camino de Tuberías: A) *Piper aduncum*, B) *Inga thibaudiana*, C) *Inga oerstediana* y D) *Carapa guianensis*.

En cuanto a la sobrevivencia de las plantas (figura 10), se obtuvo que el 40% fueron sembradas entre 2021 y 2022, el 12% sembradas en 2023 y el 36% sembradas en 2024.

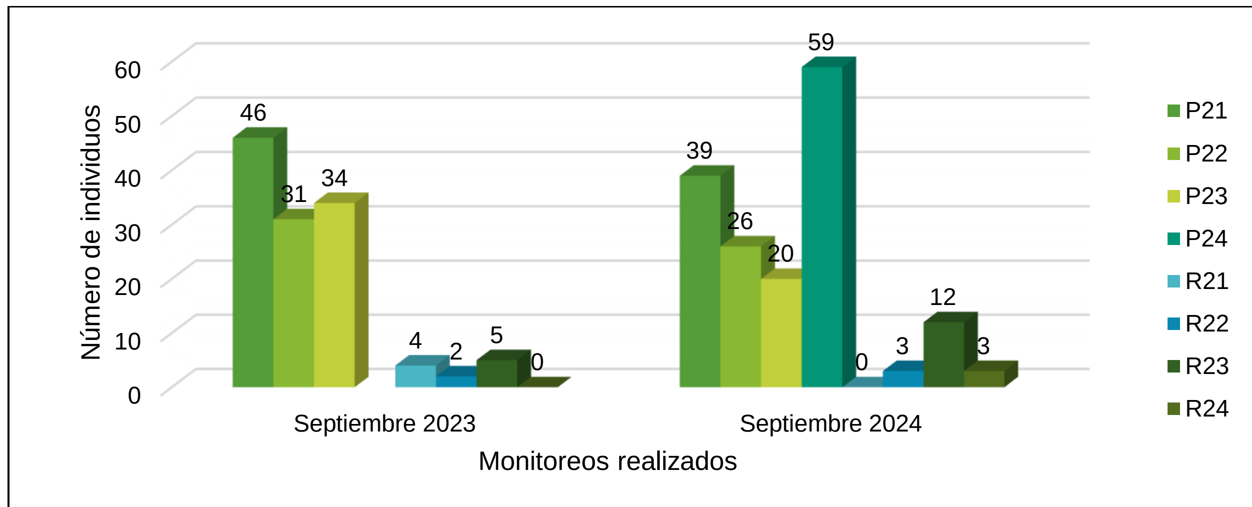


Figura 11. Número de individuos sobrevivientes contabilizados durante monitoreos de 2023 y 2024. En el gráfico se muestra el total de plantas contabilizadas por monitoreo realizado. (P21=plantas sembradas en 2021, P22=plantas sembradas en 2022, P23=plantas sembradas en 2023. P24=plantas sembradas en 2024. R21=plantas de regeneración registradas en 2021, R22=plantas de regeneración registradas en 2022, R23=plantas de regeneración registradas en 2023, R24=plantas de regeneración registradas en 2024.)

Para este periodo se contabilizaron en total 251 plantas sembradas en toda la parcela (incluyendo aquellas plantas sembradas fuera de los cuadrantes de monitoreo), distribuidas en 15 familias, 20 géneros y 28 especies de flora (18 pioneras y 10 de sombra). Los géneros con mayor cantidad de especies identificadas fueron: *Inga* con 6 especies, *Piper* con 3 especies y *Ficus* con 2 especies.

En cuanto a la fauna observada en el monitoreo realizado (figura 12), se identificaron tres (3) especies de aves: Carpintero centroamericano (*Melanerpes pucherani*), Zafiro coroniazul (*Thalurania colombica*) y Tángara palmera *(Thraupis palmarum);* y una (1) especie de mamífero (*Cebus capucinus*). Hasta el momento se han contabilizado en total siete (7) especies de aves y un (1) mamífero en la parcela Km 4+100 Camino de Tuberías.



Figura 12. Especies de fauna silvestre observadas durante monitoreo de vegetación en parcela Camino de Tuberías Km 4+100. A) *Cebus capucinus*, B) *Melanerpes pucherani*, C)*Thalurania colombica* y D)*Thraupis palmarum*.

4.2 Prueba de revegetación y aplicación de acolchado en DARE, zona suroeste, Tajo Botija (B-PRE-045)

En este informe se presentan los resultados del monitoreo realizado en agosto de 2024, a 12 meses de establecimiento del ensayo.

Sobrevivencia y crecimiento de especies

Se contabilizó un total de 343 plantas y 7 especies, con una sobrevivencia del 83%. En este ensayo se identificaron las siguientes especies: *Muntingia calabura*, *Piper aduncum, Inga oerstediana*, *Inga thibaudiana*, *Inga cocleensis, Inga pezizifera y Renealmia concinna.*

Al comparar las mediciones de las plantas del monitoreo anterior (2023) con los del año en curso (2024), podemos observar que las especies en general registraron un crecimiento en las tres (3) variables (altura, diámetro de cuello de raíz y ancho de copa), hasta 2 veces su tamaño inicial a excepción de *Piper aduncum*. Como se puede ver en la gráfica de ancho de copa (figura 13), *Renealmia* presentó una copa promedio de 49 centímetros, a diferencia del año anterior cuyo ancho de copa promedio fue de 19 centímetros.

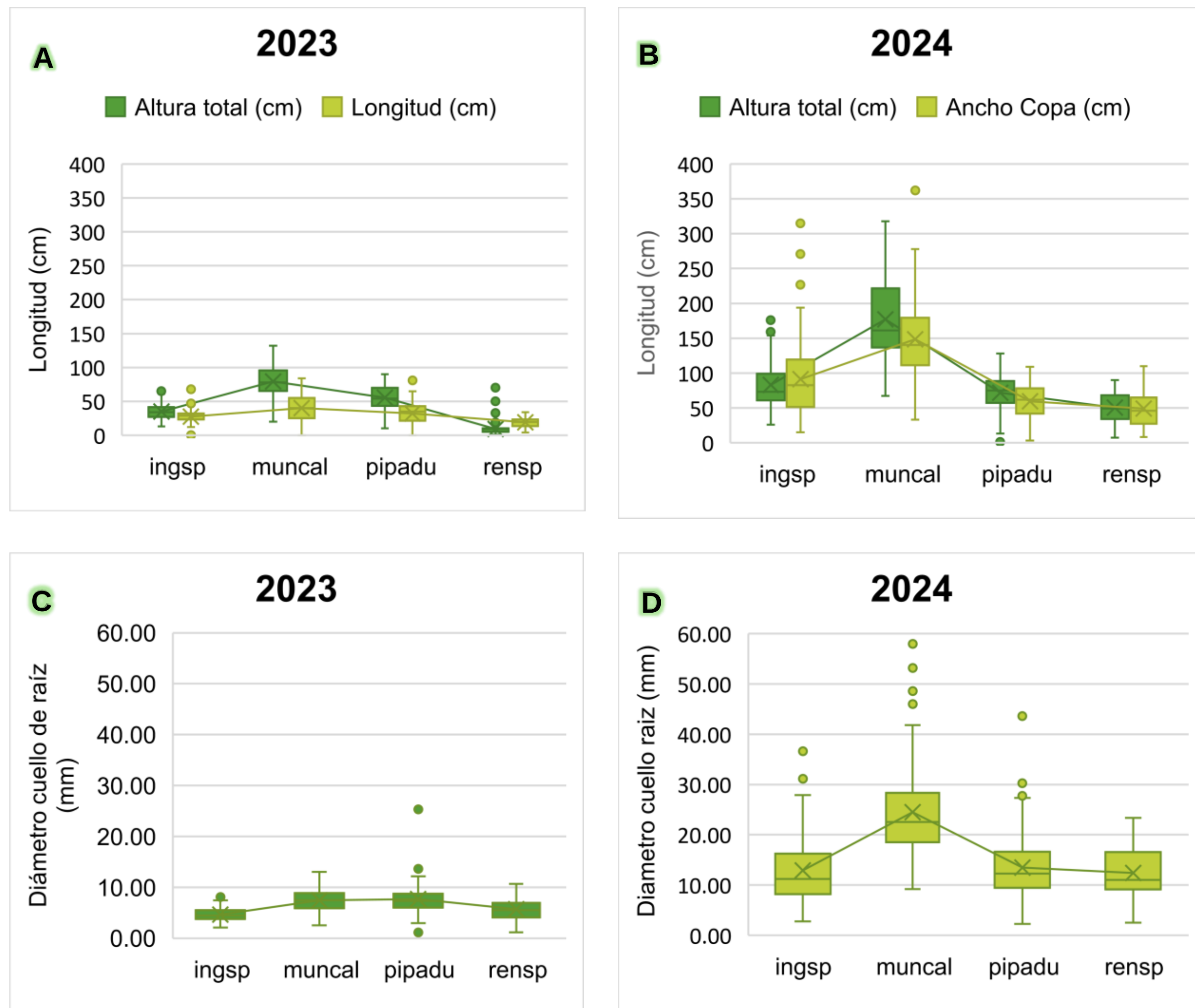


Figura 13. Comparación de variables de crecimiento de especies en ensayo de acolchado y revegetación con *Renealmia*. Valores promedio de altura y ancho de copa en A) monitoreo de 2023, y B) monitoreo de 2024. Valores promedio de diámetro de cuello de raíz (DCR) de C) monitoreo 2023 y D) monitoreo de 2024. Códigos de especies: Inga sp.(Ingsp), *Muntingia calabura* (muncal), *Renealmia* sp. (rensp) y *Piper aduncum* (pipadu).

Evaluación de *Renealmia* concinna

Renealmia concinna es una especie herbácea propia de los bosques de Donoso. A pesar de ser una especie de sombra, se pudo notar un considerable crecimiento. Su propagación por rizomas ha permitido su persistencia en el área de ensayo (figura 14). Se pudo observar que la gran mayoría de los individuos con hojas amarillas y secas, posiblemente debido a la incidencia de luz solar directa y a la falta de nutrientes. *Renealmia concinna* requiere mayor fertilización que el resto de las especies incluidas en este ensayo.

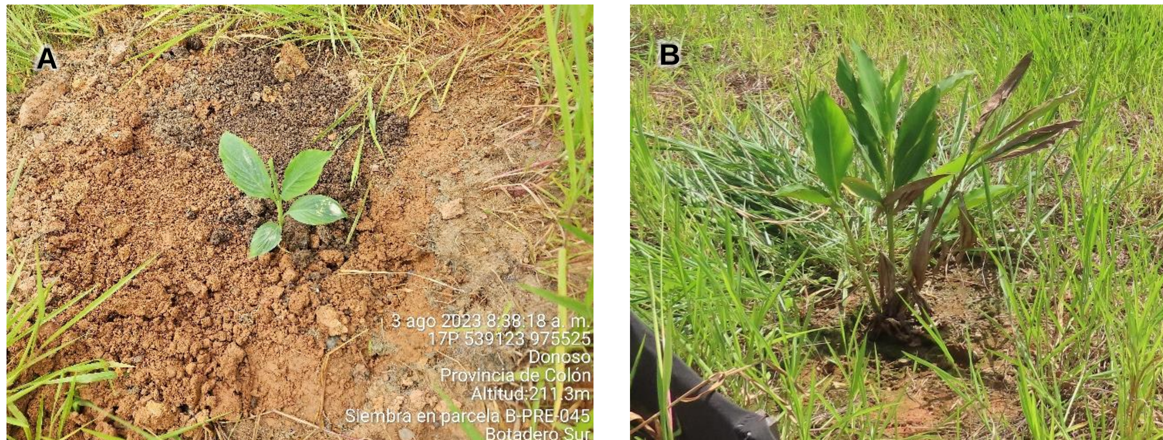


Figura 14. Crecimiento de *Renealmia concinna* en ensayo de acolchado. A) siembra inicial y B) monitoreo anual.

Duración del acolchado (mulching) en las plantas sembradas

Se observaron restos del acolchado de aserrín en el 23% de las plantas monitoreadas, al cabo de un (1) año de iniciado este ensayo. Se pudo observar que la maleza cortada con desbrozadora actuó como acolchado, contribuyendo con la protección de la base de las plantas sembradas.

4.3 Evaluación de especies nativas

El análisis de evaluación de las especies nativas (Elliott *et al*. 2013) nos permite determinar el desempeño de una especie después de un año de ser plantadas en la parcela de restauración. La evaluación de las especies nativas monitoreadas en la parcela Camino de tuberías Km 4+100, determinó que 3 especies de fabáceas *Inga oerstediana, Inga spectabilis* e *Inga thibaudiana* presentaron un buen desempeño (Tabla 02). Las especies pioneras *Cespedesia spathulata*, y *Ochroma pyramidale*, han presentado buen crecimiento y alto porcentaje de supervivencia. A pesar de que *Carapa guianensis* es una especie arbórea de crecimiento lento, ha presentado un porcentaje de sobrevivencia aceptable. Las especies *Inga pezizifera* y *Terminalia amazonia* mostraron una baja tasa de crecimiento a pesar de marcar un porcentaje alto de sobrevivencia en la parcela. Por otra parte, *Muntingia calabura* presentó un pobre desempeño, a comparación de otras parcelas de restauración. Esto puede deberse a las limitaciones del área con respecto al drenaje. Sin embargo, se espera que esta especie presente mejor desempeño ya que ha mejorado el drenaje debido a los trabajos realizados (ver figura 08).

Tabla 02. Evaluación anual de especies nativas en Parcela Km 4+100 Camino de Tuberías

Especie	Tipo	% Sobrevivencia	Tasa de crecimiento promedio anual			Categoría	Acción
			Altura (cm)	Diámetro de cuello de raíz (mm)	Ancho de copa (cm)		
Carapa guianensis	Sombra	71	107.29	21.17	57.57	3	Aceptable
Cecropia sp.	Pionera	50	172.88	23.34	63.75	2	Investigar para mejorar el crecimiento
Cespedesia spathulata	Pionera	100	172.75	45.18	115.00	3	Aceptable
Clidemia hirta	Sombra	100	80.00	18.93	90.00	3	Aceptable
Ficus cf. nymphaeifolia	Pionera	100	490.00	81.44	400.00	3	Aceptable
Inga oerstediana	Sombra	100	496.64	79.33	464.29	3	Aceptable
Inga spectabilis	Sombra	100	440.00	79.96	325.00	3	Aceptable
Inga thibaudiana	Sombra	88	235.18	37.86	207.06	3	Aceptable
Muntingia calabura	Pionera	50	172.50	35.73	115.00	2	Investigar para mejorar el crecimiento
Ochroma pyramidale	Pionera	100	525.00	99.97	300.00	3	Aceptable
Piper aduncum	Pionera	66	199.02	58.36	137.56	2	Investigar para mejorar el crecimiento
Piper auritum	Pionera	25	12.88	9.63	7.75	1	No aceptable
Piper peltata	Pionera	100	117.00	18.37	90.00	2	Investigar para mejorar el crecimiento
Tabebuia guayacan	Pionera	50	72.50	10.58	50.00	2	Investigar para mejorar el crecimiento
Terminalia amazonia	Sombra	100	150.00	15.39	130.00	2	Investigar para mejorar el crecimiento

Gran parte del éxito de las plantas de la familia Fabaceae se debe a su capacidad de establecer relaciones simbióticas con microorganismos de la familia Rhizobiaceae y al nitrógeno fijado que estas bacterias les pueden proveer (Bedout-Mora *et al*., 2022). De hecho, las especies del género Inga son consideradas regeneradoras pioneras de la fertilidad en suelos degradados (Hands, 1998). La guaba *Inga oerstediana* aporta una sombra densa debido al gran tamaño de sus hojas, contribuyendo a formar en el terreno con las hojas caídas una gruesa capa de mulch (acolchado) de lenta descomposición que es muy efectiva inhibiendo el crecimiento de maleza (Pennington, 1997).

Carapa guianensis es una especie arbórea que prefiere suelos pobres en nutrientes y húmedos; esta especie presenta un mejor desempeño bajo sombra parcial (Hall y Ashton, 2016). *Terminalia amazonia* (amarillo, criollo) es una especie arbórea emergente que se destaca por su buen desempeño en suelos con acidez moderada a alta y textura arcillosa (Hall y Ashton, 2016).

Con respecto a las especies nativas de crecimiento rápido, *Cespedesia spathulata* ha sido reportada como una especie rústica en áreas degradadas por actividades mineras (Bozzano *et al*., 2014), como también empleada para estabilización de cauces fluviales (Pinzón y Nieto, 2018). El balso (*Ochroma pyramidale*) es una especie que puede tolerar suelos con pH de 5 (Conservation International *et al*., 2022). *Muntingia calabura* es una especie que prefiere un clima seco y suelos fértiles, cuyo crecimiento en clima húmedo con suelo pobre se reduce drásticamente en un periodo de 2 a 4 años (Hall y Ashton, 2016).

A las especies nativas con bajo desempeño, se les realizarán pruebas en el vivero con el objetivo de mejorar su rendimiento en las parcelas. Esto se puede lograr aplicando técnicas orientadas al: a) mejoramiento del sustrato; b) mejoramiento en la dosificación de fertilizantes, nematicidas y fungicidas; c) aumento del pH del sustrato preparado en vivero como del sustrato en las parcelas mediante aplicación de hidróxido de calcio para facilitar la absorción de los nutrientes en las plantas; d) intensificar, tanto en el vivero como en la parcela, las técnicas de desarraigue de malezas (Elliott *et al*., 2013), entre otras. Se continuará con la revisión de literatura científica sobre otras especies nativas en el proyecto y recolectar semillas y plántulas de estas especies nativas que aún no han sido probadas, para las actividades de restauración de futuras parcelas.

5. CONCLUSIONES

- El registro de 19 especies de fauna silvestre en la parcela Km 18+500 (B-PRE-003) sugiere que la vegetación establecida en dicha parcela promueve el desplazamiento de varias especies, entre ellas el tapir (*Tapirus bairdii*), el cual es sensible a las alteraciones del hábitat; a su vez promueve la conectividad en el Camino Costero.

- Los resultados obtenidos en la parcela Poza 5 de sitio Puerto (B-PRE-007), como la identificación de 25 especies de regeneración natural, la producción de hojarasca y

especies arbóreas en floración y fructificación, sugieren que progresivamente se están restableciendo los procesos propios de un ecosistema boscoso.

- A 3 años de establecimiento de la parcela Km 4+100 (B-PRE-040), se ha podido identificar un 19% de cobertura arbórea, 25 individuos y 4 especies arbóreas. Los trabajos de canalización de aguas han contribuido considerablemente en el establecimiento de las plantas sembradas.

- En el ensayo de acolchado y revegetación con *Renealmia concinna* (B-PRE-045), a pesar de ser una especie de sombra, ha podido tolerar las condiciones de estrés presentes en el DARE del Tajo Botija. No obstante, es fundamental continuar con la limpieza y fertilización de las plantas para lograr su prendimiento.

- Según la evaluación de crecimiento de especies nativas sembradas en la parcela Km 4+100 Camino de Tuberías, el balso (*Ochroma pyramidale*) y las diversas especies de guabo (*Inga* sp.) han mantenido su buen desempeño; mientras que las especies pioneras *Cecropia* sp., *Muntingia calabura*, *Piper auritum* y *Tabebuia guayacan* han presentado menor desempeño, por lo que requerirán de ensayos para mejorar su crecimiento.

6. BIBLIOGRAFÍA

1. Angehr, G. R., & Dean, R. (2010). *The birds of Panama: a field guide*. Comstock Pub. Associates.

2. Bedout-Mora, D., Solis-Ramos, L. Y., Valverde-Barrantes, O., & Rojas-Jiménez, K. (2022). Capacidad de nodulación en especies forestales leguminosas (Fabaceae) según su filogenia y características morfológicas. *Revista Forestal Mesoamericana Kurú*, *19*(45), 1-8.

3. Bozzano, M., Jalonen, R., Thomas, E., Boshier, D., Gallo, L., Cavers, S., Sándor, B., Smith, P. y Loo, J. (2014). Genetic considerations in ecosystem restoration using native tree species. *Forest Ecology and Management*, *333*, 66-75.

4. Castelli, K. R., Barreto, M. G., Francesconi, W., Valle, L. D., Mondelli, G., Abilio, F. M., & da Silva, A. M. 2015. Analysis of effectiveness of three forest interventionist techniques and

proposal of a new and integrated model of forest restoration. *Environmental technology*, *36*(21), 2712-2723.

5. Conservation International, Smithsonian Migratory Bird Center y World Coffee Research. El Catálogo de Sombra. URL: https://www.shadecoffee.org/es

6. CTFS. 2018. Trees, Shrubs, and Palms of Panama. http://ctfs.si.edu/webatlas/maintreeatlas.php. Consultado en diciembre, 2018.

7. Elliott, S. D., D. Blakesley y K. Hardwick, 2013. Restauración de Bosques Tropicales: un manual práctico. Royal Botanic Gardens, Kew; 344 pp.

8. Flora Mesoamericana. 2024. http://www.legacy.tropicos.org/Project/FM. (Accesado en octubre 2024).

9. Missouri Botanical Garden - Base de Datos MPSA. 2018. http://www.legacy. tropicos.org/Project/MPSA. (Accesado en diciembre 2018).

10. García M (2006). Caracterización de la dieta y el hábitat del tapir centroamericano (Tapirus bairdii) en el Parque Nacional Laguna Lachuá, Cobán, AltaVerapaz (BSc thesis). Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.

11. García-Casimiro, E., & Santos-Moreno, A. (2023). Factors Influencing Habitat Occupancy by the Spotted Paca (Cuniculus paca) in Oaxaca, Mexico. In *Neotropical Mammals: Hierarchical Analysis of Occupancy and Abundance* (pp. 183-195). Cham: Springer International Publishing.

12. Hands, M. R. (1998). The uses of Inga in the acid soils of the Rainforest zone: Alley-cropping sustainability and soil-regeneration. *The Genus Inga: Utilization. Kew: The Royal Botanic Gardens*, 53-86.

13. Hall, J., & Ashton, M. (2016). *Guide to early growth and survival in plantations of 64 tree species native to Panama and the Neotropics*. Smithsonian Tropical Research Institute. Balboa, Panamá. 173 pp.

14. Meyer, N. F., Esser, H. J., Moreno, R., van Langevelde, F., Liefting, Y., Oller, D. R., ... & Jansen, P. A. (2015). An assessment of the terrestrial mammal communities in forests of Central Panama, using camera-trap surveys. *Journal for Nature Conservation*, *26*, 28-35.

15. Meyer, N. F., Moreno, R., Reyna-Hurtado, R., Signer, J., & Balkenhol, N. (2020). Towards the restoration of the Mesoamerican Biological Corridor for large mammals in Panama: comparing multi-species occupancy to movement models. *Movement ecology*, *8*, 1-14.

16. Naranjo EJ (2009). Ecology and conservation of Baird's tapir in Mexico. Tropical Conservation Science 2, 140–58.

17. Pennington, T.D. (1997). The Genus Inga: Botany. Richmond, London: Royal Botanic Gardens Kew. 854 pp.

18. Pérez, R. 2008. Árboles de los Bosques del Canal de Panamá. Panamá: Boski S.A.; 466 pp.

19. Pérez, R. and Condit, R. Tree Atlas of Panama. URL: http://ctfs.si.edu/PanamaAtlas/maintreeatlas.php. Consultado 20/5/2024.

20. Pinzón, J. y Niño, L. Proyección florística para la restauración vegetal de la cabecera del nacimiento de la quebrada "Las Pilanderas"- Barrio La Cumbre- Floridablanca, mediante el sistema de zonas de vida Holdridge. Memorias II Congreso Internacional de Ciencias Básicas e Ingeniería - CICI 2018.

21. SER. 2004. Principios sobre SER International sobre la restauración ecológica SER (Society for Ecological Restoration International – Sociedad Internacional para la Restauración Ecológica). Grupo de trabajo sobre ciencia y políticas (Versión 2: octubre de 2004).

7. ANEXOS

Anexo 7.1. Registro Fotográfico

Actividades realizadas en parcela Km 18+500 Camino Costero (código B-PRE-003)

A. Baja de data de cámaras trampa en parcela Km 18+500 Camino Costero	B. Cambio de ubicación de cámara trampa (CT5) en parcela Km 18+500 Camino Costero

Fauna silvestre registrada en parcela Km 18+500 Camino Costero (código B-PRE-003) mediante cámaras trampa

 *Crax rubra* Pavón grande	 *Cuniculus paca* Conejo pintado
 *Tapirus bairdii* Tapir, macho de monte	 *Leopardus pardalis* Ocelote, manigordo
 *Pecari tajacu* Pecarí de collar, saíno	 *Dasyprocta punctata* Ñeque

Actividades realizadas en parcela poza 5-sitio puerto (código B-PRE-007)

	20 jul 2024 9:54:16 a. m. 17P 533666 996186 Monitoreo de végetación Parcela Poza 5 Puerto
A. Medición de DAP de árbol	B. Toma de registros fotográficos
C. Toma de coordenadas y registro de datos en tablet de campo.	D. Identificación de especies de regeneración natural

Actividades realizadas en parcela Km 4+100 Camino de Tuberías (código B-PRE-040)

A. Proceso de limpieza de parcela.	B. Proceso de limpieza de parcela.
C. Limpieza de parcela completada.	D. Monitoreo de vegetación en Parcela.

Actividades realizadas en parcela Poza 4, Sitio Puerto (código B-PRE-008)

A. Proceso de limpieza de parcela.	B. Proceso de limpieza de parcela.
C. Proceso de limpieza de parcela.	D. Fertilización de plantones en Parcela.

Actividades de restauración

A. Colecta de plantones de balso.	B. Colecta de plantones.
C. Colecta de plantones.	D. Siembra de plantones.

Ensayo de revegetación y acolchado en DARE, zona suroeste, Tajo Botija

A. Registro de datos en tablet de campo	B. Medición de altura de planta
C. Medición de ancho de copa	D. Remoción de maleza con azadón

Anexo 7.2. Especies de fauna registradas en parcelas Km 18+500 Camino Costero (B-PRE-003) y Km 4+100 Camino de tuberías (B-PRE-040).

N°	Grupo	Especie	Nombre común	EdI	Miambiente 2016	Lista roja UICN	CITES	Parcela Km 18	Parcela Km 4+100	Tipo de registro
1	Anfibio	*Smilisca phaeota*	Rana arborícola enmascarada	-	-	-	-	X	-	Observación directa
2	Ave	*Crax rubra*	Pavón grande	X	EN	VU	Ap III	X	-	Cámara Trampa
3	Ave	*Harpagus bidentatus*	Gavilán bidentado	-	-	-	-	X	-	Observación directa
4	Ave	*Myrmotherula axillaris*	Hormiguerito flanquialbo	-	-	-	-	X	-	Observación directa
5	Ave	*Psarocolius wagleri*	Oropendola cabecicastaña	-	-	-	-	X	-	Observación directa
6	Ave	*Tachyphonus delatrii*	Frutero de copete anaranjado	-	-	-	-	X	-	Observación directa
7	Ave	*Trogon clathratus*	Trogón colibarrado	-	EN	-	-	X	-	Observación directa
8	Ave	*Euphonia anneae*	Eufonia cabecirrufa	-	-	-	-	X	-	Observación directa
9	Ave	*Pteroglossus torquatus*	Pichilingo, tucancillo collarejo	-	-	-	-	X	-	Observación directa
10	Ave	*Penelope purpurascens*	Pava crestada	-	VU	-	-	X	-	Cámara Trampa
11	Ave	*Melanerpes pucherani*	Carpintero centroamericano	-	-	-	-	-	X	Observación directa
12	Ave	*Thalurania colombica*	Zafiro coroniazul	-	VU	-	-	-	X	Observación directa
13	Ave	*Thraupis palmarum*	Tángara palmera.	-	-	-	-	-	X	Observación directa
14	Ave	*Pionus menstruus*	Loro cabeciazul	-	VU			-	X	Observación directa
15	Ave	*Empidonax sp.*	Mosquerito	-	-	-	-	-	X	Observación directa
16	Ave	*Ramphocelus flammigerus*	Tángara flamígera	-	-	-	-	-	X	Observación directa
17	Ave	*Quiscalus mexicanus*	Talingo	-	-	-	-	-	X	Observación directa
18	Mamífero	*Pecari tajacu*	Pecarí de collar, saíno	-	VU	-	Ap II	X	-	Cámara Trampa
19	Mamífero	*Cuniculus paca*	Conejo Pintado	X	VU	-	Ap III	X	-	Cámara Trampa
20	Mamífero	*Dasyprocta punctata*	Ñeque	-	-	-	-	X	-	Cámara Trampa
21	Mamífero	*Leopardus pardalis*	Manigordo, Ocelote	X	VU	-	-	X	-	Cámara Trampa
22	Mamífero	*Marmosa robinsonii*	Zarigüeya de anteojos	-	-	-	-	X	-	Observación directa
23	Mamífero	*Cebus capucinus*	Mono cariblanco	-	EN	-	-	X	X	Observación directa y Cámara Trampa
24	Reptil	*Anolis frenatus*	Lagartija arborícola	-	-	-	-	X	-	Observación directa
25	Reptil	*Leptophis ahaetulla*	Ranera perico	-	-	-	-	X	-	Observación directa
26	Mamífero	*Tapirus bairdii*	Macho de monte	X	EN	EN	Ap I	X	-	Observación directa

Anexo 7.3. Localización de parcelas de restauración incluidas en este informe.

Parcela Km 18. Costal Road (B-PRE-003)	
2017	2024
Parcela Poza 5 Sitio Puerto (B-PRE-007)	
2019	2024
Parcela Km 4+100 Camino de Tuberías (B-PRE-040)	
2021	2023
Parcela experimental de Tajo Botija (B-PRE-045)	
2023	2024